

PERANCANGAN KOLOM KOMPOSIT PADA STRUKTUR RANGKA BAJA DENGAN BRESING KONSENTRIK KHUSUS

Laporan Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari Universitas
Atma Jaya Yogyakarta

Oleh:
EMANUEL ATYANTO WIDHI NUGROHO
NPM. : 06 02 12563



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA, JANUARI 2012**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

PERANCANGAN KOLOM KOMPOSIT PADA STRUKTUR RANGKA BAJA DENGAN BRESING KONSENTRIK KHUSUS

benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide dan kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti di kemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 18 Januari 2012

Yang membuat pernyataan,



(EMANUEL ATYANTO WIDHI NUGROHO)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN KOLOM KOMPOSIT PADA STRUKTUR RANGKA BAJA DENGAN BRESING KONSENTRIK KHUSUS

Oleh:
EMANUEL ATYANTO WIDHI NUGROHO
NPM. : 06 02 12563

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta,6/2/2012.....

Pembimbing


Ir. Junaedi Utomo, M.Eng.

Disahkan oleh :
Program Studi Teknik Sipil
Ketua


Ir. Junaedi Utomo, M.Eng.

PENGESAHAN




Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN KOLOM KOMPOSIT PADA STRUKTUR RANGKA BAJA DENGAN BRESING KONSENTRIK KHUSUS



Oleh:
EMANUEL ATYANTO WIDHI NUGROHO
NPM. : 06 02 12563

Telah diuji dan disetujui oleh
Yogyakarta,

Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua : <u>Tunaedi Utami</u>		<u>9/2/2012</u>
Anggota : <u>John Tri Hatmoko</u>		<u>9/2/12</u>
Anggota : <u>Agt. Wahono</u>		<u>9/2/12</u>

KATA HANTAR

Puji syukur penulis sampaikan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah mencurahkan segala rahmat, bimbingan serta perlindungan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulisan Laporan Tugas Akhir dengan judul **"PERANCANGAN KOLOM KOMPOSIT PADA STRUKTUR RANGKA BAJA DENGAN BRESING KONSENTRIK KHUSUS"** disusun guna melengkapi syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis telah mendapat banyak bimbingan, bantuan, dan dorongan moral dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Junaedi Utomo, M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta dan Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar meluangkan waktu untuk memberi petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
3. Seluruh Dosen di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik dan mengajar penulis.
4. Keluarga tersayang Mama, Papa, dan Bagas yang selalu memberi dukungan doa dan semangat kepada penulis.

5. Teman-teman seperjuangan Stefanus Atyanto Nandhiwardhana, Vincentius de Paulo Citra, Alexandro Aji Surya Utama, Andreas Indra Kusuma, Thomy Ivan Delas, Fransiska Putri Alfani, Dyah Pamungkas N.A., Sisilia Eka Y.S., Paulina Ayu D.W., Theresia Hesti K., Brigitta Agni W., Ratih Fitriana K.A.
6. Adik-adik mahasiswa Teknik Sipil UAJY 2011 Ambrosius Prasetyo, Rudi Hartanto, Mahendra Wisnu K, Christianto Nugroho, Daniel Sugiharto, Samuel. Terima kasih atas kebersamaan dan dukungan semangatnya.
7. Teman-teman alumni Teknik Sipil UAJY Daniel Bandaso, Andy Prabowo, Damar Budi Laksono dan Giovan Setiawan yang telah bersedia untuk berbagi sehingga penulis dapat memiliki wawasan dan pengetahuan baru.
8. Keluarga Besar Sunaryan *Swargo* Eyang Putri, Eyang Kakung, para Om dan Tante, serta Adik-adik sepupu, atas dukungan semangat dan doa restu nya.
9. Teman-teman Kost Putri Wisma Nugros dan juga seluruh rekan-rekan mahasiswa di Universitas Atmajaya Yogyakarta.
10. Rekan-rekan kerja Distributor Bapak Nurcholis Wahid Hasyim, Bapak Eko Sugiyatno, dan Ibu Desti Wulandari. Terimakasih atas segala motivasinya.
11. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang membangun.

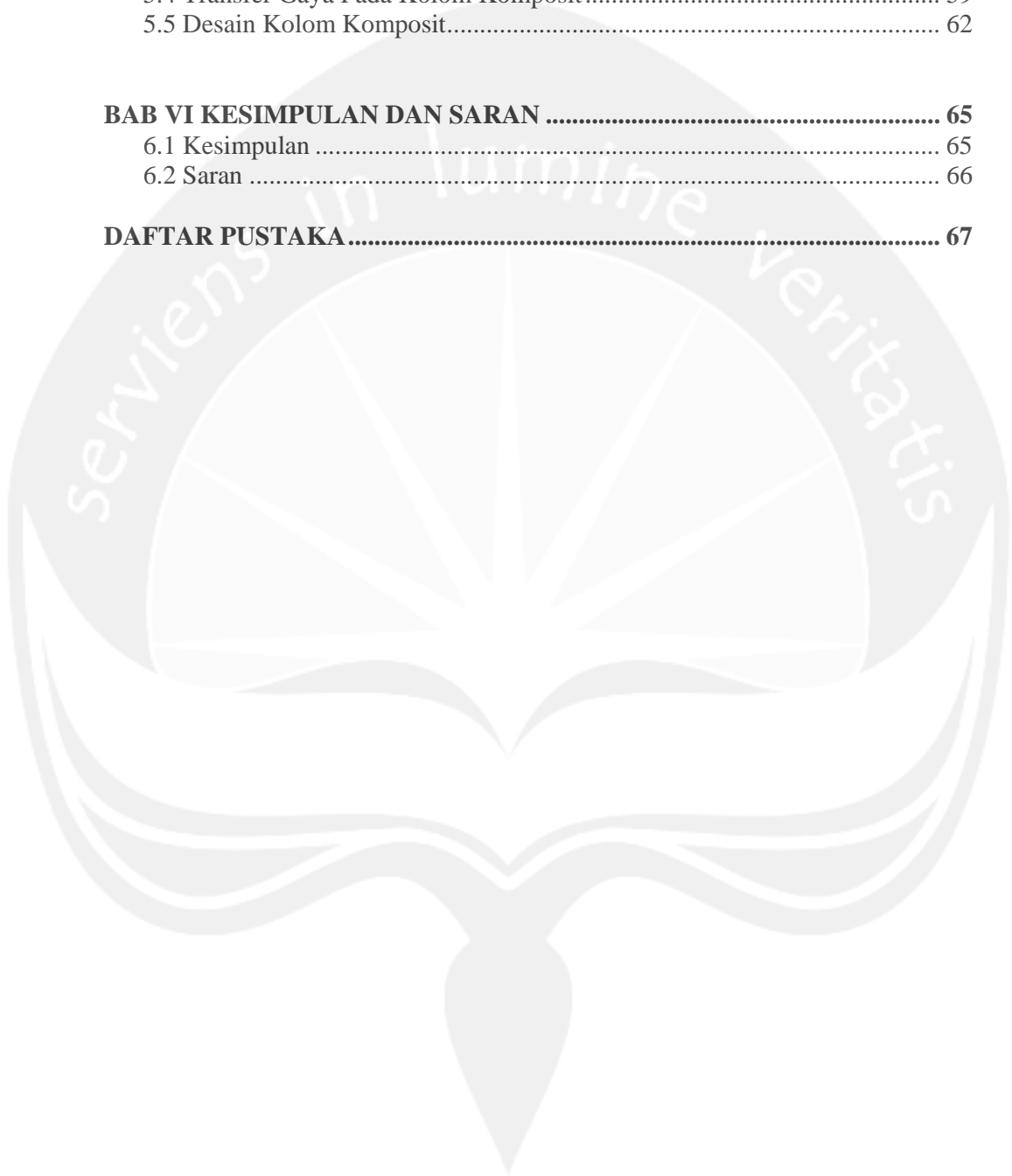
Yogyakarta, Januari 2012

Emanuel Atyanto Widhi Nugroho

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
KATA HANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR NOTASI.....	x
INTISARI	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Keaslian Tugas Akhir	4
1.5 Tujuan Tugas Akhir	5
1.6 Manfaat Tugas Akhir	5
1.7 Metodologi Tugas Akhir.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Seismic Column Demand</i> Pada Rangka Bresing Konsentrik Khusus.....	6
2.2 Kolom Komposit Pada Rangka Bresing Konsentrik Khusus	9
BAB III LANDASAN TEORI.....	15
3.1 Kombinasi Pembebanan Dan Parameter Desain Beban Gempa Pada Rangka Bresing Konsentrik Khusus	15
3.2 Faktor Kelangsingan dan Kapasitas Bresing	20
3.3 Kekuatan Dasar Kolom Komposit	21
3.4 Transfer Gaya Pada Kolom Komposit.....	23
3.5 Desain Kolom Komposit Yang Memenuhi <i>Seismic Column Demands</i>	27
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Pemodelan dan Pembebanan Struktur	29
4.2 Parameter Desain Beban Gempa	35
BAB V PERANCANGAN KOLOM KOMPOSIT	41
5.1 Faktor Kelangsingan dan Kapasitas Bresing	42

5.2 Kapasitas Aksial Kolom	47
5.3 Kekuatan Dasar Kolom Komposit	52
5.4 Transfer Gaya Pada Kolom Komposit	59
5.5 Desain Kolom Komposit.....	62
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	65
6.1 Kesimpulan	65
6.2 Saran	66
 DAFTAR PUSTAKA.....	67



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kombinasi Pembebanan Yang Digunakan	17
Tabel 4.1 Data Profil Baja Yang Dipakai	33
Tabel 4.2 Berat Bangunan dan Gaya Gempa Tiap Lantai	37
Tabel 4.3 Perpindahan Tiap Lantai Akibat Beban Gempa Arah X	38
Tabel 4.4 Perpindahan Tiap Lantai Akibat Beban Gempa Arah Y	38
Tabel 4.5 Tabel Analisis Kinerja Batas Layan Arah X.....	39
Tabel 4.6 Tabel Analisis Kinerja Batas Layan Arah Y.....	39
Tabel 4.7 Tabel Analisis Kinerja Batas Ultimit Arah X.....	40
Tabel 4.8 Tabel Analisis Kinerja Batas Ultimit Arah Y	40
Tabel 5.1 Profil HSS yang memenuhi persyaratan beserta kapasitas tarik dan desak.....	47
Tabel 5.2 <i>Ductility Design</i> Kolom Baja (<i>Bare Steel Column</i>).....	51
Tabel 5.3 Spesifikasi material kolom komposit pada STORY 5 – ROOF	52
Tabel 5.4 Spesifikasi material kolom komposit pada STORY 3 – STORY 4.....	55
Tabel 5.5 Spesifikasi material kolom komposit pada STORY 1 – STORY 2.....	57
Tabel 5.6 Gaya geser V_r' & Penghubung geser pada kolom komposit.....	62
Tabel 5.7 Desain Kolom Pada Rangka Baja Bresing Konsentrik.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Tampak Samping	4
Gambar 1.2	Tampak Atas	4
Gambar 2.1	Perbandingan perilaku seismik rangka bresing.....	7
Gambar 2.2	Gaya-gaya pada sistem rangka bresing konsentrik khusus tipe x bresing 2 lantai	8
Gambar 2.3	<i>Prototype</i> kolom komposit.....	10
Gambar 2.4	Perkuatan tulangan pengikat melintang pada kolom komposit.....	11
Gambar 2.5	Definisi dari Kurca Daktilitas	11
Gambar 2.6	Grafik kurva daktilitas <i>versus</i> momen pada kolom komposit S-08 yang menggambarkan kekuatan beton.....	12
Gambar 2.7	Kolom dengan kuat tekan beton medium.....	12
Gambar 2.8	Kolom dengan kuat tekan beton tinggi	12
Gambar 2.9	Kolom komposit dengan $P = 0.3 P_o$	13
Gambar 2.10	Kolom komposit dengan $P = 0.6 P_o$	13
Gambar 3.1	Grafik Respons Spektrum Wilayah Gempa 6	19
Gambar 3.2	Transfer gaya kolom komposit tipe <i>SRC</i>	23
Gambar 3.3	<i>Load introduction length</i> pada kolom komposit tipe <i>SRC</i>	26
Gambar 4.1	Portal A, B, F, dan G.....	30
Gambar 4.2	Portal C, D, dan E	31
Gambar 4.3	Portal 2 dan 3	31
Gambar 4.4	Portal 1 dan 4	32
Gambar 5.1	Kontrol Tegangan Portal A	41
Gambar 5.2	Panjang L (Panjang Bresing) Pada Rangka Baja	43
Gambar 5.3	Hitungan Bresing Pada Software Microsoft Excel 2007 (1).....	44
Gambar 5.4	Hitungan Bresing Pada Software Microsoft Excel 2007 (2).....	45
Gambar 5.5	Dimensi Profil HSS pada <i>software</i> ETABS.....	46
Gambar 5.6	<i>Properties</i> HSS pada <i>software</i> ETABS	46
Gambar 5.7	Analisis Keseimbangan Titik Kumpul	50
Gambar 5.8	Penampang Kolom Komposit untuk STORY 5-ROOF.....	63
Gambar 5.9	Penampang Kolom Komposit untuk STORY 3-STORY 4	63
Gambar 5.10	Penampang Kolom Komposit untuk STORY 1-STORY 2	64

DAFTAR NOTASI

A_c	Luas area penampang beton (m^2)
A_s	Luas area penampang baja profil (m^2)
A_{sc}	Luas area <i>steel headed stud anchor</i> pada bagian dasar tempat pertemuan dengan kolom baja profil (mm^2)
A_{sr}	Luas area penampang baja tulangan (m^2)
C_l	Koefisien untuk menghitung kekakuan efektif kolom komposit tipe <i>SRC</i>
C_a, C_v	Koefisien percepatan gempa
DL	Beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan tetap.
E_c	Modulus elastisitas beton (MPa)
E_{leff}	Kekakuan efektif dari kolom komposit (kNm^2)
E_s	Modulus elastisitas baja (MPa)
E_x	Beban gempa arah sumbu x
E_y	Beban gempa arah sumbu y
f_c'	Kuat tekan beton (MPa)
F_u	Kuat tarik minimum dari <i>steel headed stud anchor</i> (MPa)
F_{ys}	Tegangan luluh minimum dari baja profil (MPa)
F_{ysr}	Tegangan luluh minimum dari baja tulangan (MPa)
I	Faktor kepentingan struktur
I_c	Momen inersia beton (m^4)
I_s	Momen inersia baja profil (m^4)
I_{sr}	Momen inersia baja tulangan (m^4)
K	Faktor panjang efektif dari kolom
L	Panjang kolom (m)
LL	Beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, tetapi tidak termasuk beban angin, hujan, dan lain-lain.
$N_{anchors}$	Jumlah dari <i>steel headed stud anchor</i> yang diperlukan pada kolom komposit untuk melakukan transfer gaya
P_e	Gaya Tekuk Euler (kN)
P_n	Kekuatan nominal dari bresing (kN)
P_{no}	Kekuatan dasar kolom komposit untuk kolom komposit tipe <i>SRC</i> (kN)
P_r	Gaya eksternal pada kolom komposit (kN)
R	Faktor modifikasi respons
R_n	Kuat geser dari <i>steel headed stud anchor</i> (Kn)
R_y	Rasio antara tegangan luluh yang diharapkan dengan tegangan luluh minimum
T	Waktu getar dasar struktur (detik)
$T_{rayleigh}$	Waktu getar dasar struktur yang dihitung dengan persamaan <i>Rayleigh</i>
V'_r	Gaya geser longitudinal yang ditransferkan pada kolom komposit (kN)
W_t	Berat total struktur bangunan (kN)
γ_L	Pengaruh dari komponen horizontal beban gempa untuk suatu struktur bangunan
Ω_0	Faktor kuat cadang struktur

INTISARI

PERANCANGAN KOLOM KOMPOSIT PADA STRUKTUR RANGKA BAJA DENGAN BRESING KONSENTRIK KHUSUS, Emanuel Atyanto Widhi Nugroho, NPM 06.02.12563 tahun 2011, PPS Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Saat ini material baja banyak digunakan dalam dunia konstruksi, khususnya pada konstruksi bangunan tinggi. Material baja memiliki kekerasan, kekakuan, kekuatan tarik tinggi, dan juga daktilitas, sehingga karakteristik material tersebut dapat memenuhi salah satu kriteria utama dalam merancang struktur bangunan tinggi khususnya gedung, yaitu keselamatan (*strength and ductile*) dan kenyamanan (*stiffness*).

Salah satu bangunan baja tahan gempa adalah bangunan baja yang menggunakan sistem rangka bresing konsentrik khusus. Studi dari para ahli menyimpulkan bahwa rangka baja bresing konsentrik khusus memiliki seismic column demands yang tinggi sehingga memerlukan kolom baja dengan kekuatan aksial yang tinggi, dan berujung pada penggunaan kolom baja dengan dimensi yang besar. Kolom baja komposit hadir sebagai suatu bentuk alternatif solusi dalam mereduksi penggunaan kolom baja biasa yang besar dan berat, sehingga tetap dapat diperoleh perilaku yang daktil. Oleh karena itu, diperlukan beberapa pertimbangan dan juga perhitungan yang matang dalam merancang kolom komposit pada rangka bresing konsentrik khusus.

Metodologi yang digunakan dalam penulisan ini adalah metode pendekatan terhadap literatur yang dibuat oleh Ir. Junaedi Utomo, M.Eng. dengan judul *Composite Columns in Low-to-Medium Rise SCBFs with Braces in The Two-Story-X-Configuration* dan *Composite Column Force Transfer in Special Two-Story-X-Braced Frames* (2011) dan disertai dengan contoh perhitungan. Struktur yang akan dianalisis adalah bangunan baja 5 lantai dengan sistem rangka bresing konsentrik khusus, dan tipe bresing yang digunakan adalah tipe x-bresing dua lantai.

Dari hasil perancangan kolom komposit dengan konsep *ductility design* didapatkan dimensi sebagai berikut: untuk *Roof* dan *Story 5* digunakan kolom baja W200x52 dengan selimut beton (400x400)mm² dan perkuatan tulangan longitudinal 4 D16, untuk *Story 4* dan *Story 3* digunakan kolom baja W250x80 dengan selimut beton (625x625)mm² dan perkuatan tulangan longitudinal 4 D25, dan untuk *Story 4* dan *Story 3* digunakan kolom baja W360x196 dengan selimut beton (750x750)mm² dan perkuatan tulangan longitudinal 12 D25. Sebagai penghubung geser digunakan *steel headed stud anchor* $\frac{7}{8} \times 5 \frac{3}{16}$.

Hal yang menjadi pertimbangan dalam perancangan kolom komposit adalah faktor kelangsingan dan kapasitas dari bresing. Mengenai kelangsingan dari bresing, terdapat syarat yang amat membatasi di dalam pemilihan profil HSS yang digunakan, yaitu $\frac{b}{t} \leq 0.64 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$. Pertimbangan lain adalah gaya aksial tekan yang terjadi harus tidak lebih besar dari 0.6 kali kekuatan dasar kolom komposit.

Kata kunci: SRBKK, *seismic column demands*, kolom komposit, x-bresing 2 lantai, *ductility design*, kelangsingan dan kapasitas bresing, gaya aksial